

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-286710

(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.Cl.

H03M 7/14

G11B 20/14

(21)Application number : 2000-065488

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 09.03.2000

(72)Inventor : SHIM JAE-SEONG  
WON YONG-KWANG

(30)Priority

Priority number : 99 9907723 Priority date : 09.03.1999 Priority country : KR

**(54) METHOD FOR GENERATING RLL CODE HAVING IMPROVED SUPPRESSION ABILITY OF DC COMPONENT AND METHOD FOR MODULATING AND DEMODULATING GENERATED RLL CODE****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently suppress the DC component with a few bits by considering the feature parameters CSV and INV of a code word and allocating/arranging them to a code word main code group and a judgment code group for discriminating a multiple code word.

SOLUTION: A code word is generated with the condition of RLL (d, k, m, n)=(2, 12, 8, 15). For efficiently using the code word which is overlapped and generated, a feature is extracted. CSV shows a DC component value in one code word. '0' or '1' are inverted in a part from '1' to next '1' and the difference of the numbers is calculated. INV is the prediction of the transition direction of the DC component value of the following code word and the value of '0' or '1' is given according to whether the number of '1' in the code word is even or odd. When the value of INV accumulated in a code word stream is '1', CSV of the following code word is accumulated by inverting a code.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 09.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3466130

[Date of registration] 29.08.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-286710  
(P2000-286710A)

(43)公開日 平成12年10月13日(2000.10.13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマコード\* (参考)

H03M 7/14

H03M 7/14

B

G 1 1 B 20/14

3 4 1

G 1 1 B 20/14

3 4 1 A

審査請求 有 請求項の数26 O.L (全 22 頁)

(21)出願番号 特願2000-65488(P2000-65488)

(22)出願日 平成12年3月9日(2000.3.9)

(31)優先権主張番号 19997723

(32)優先日 平成11年3月9日(1999.3.9)

(33)優先権主張国 韓国 (KR)

(71)出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民國京畿道水原市八達區梅灘洞416

(72)発明者 沈 載晟

大韓民国ソウル特別市広津区紫陽1洞229-24番地

(72)発明者 元 容光

大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞1053-2番地豊林アパート231棟301号

(74) 代理人 100064908

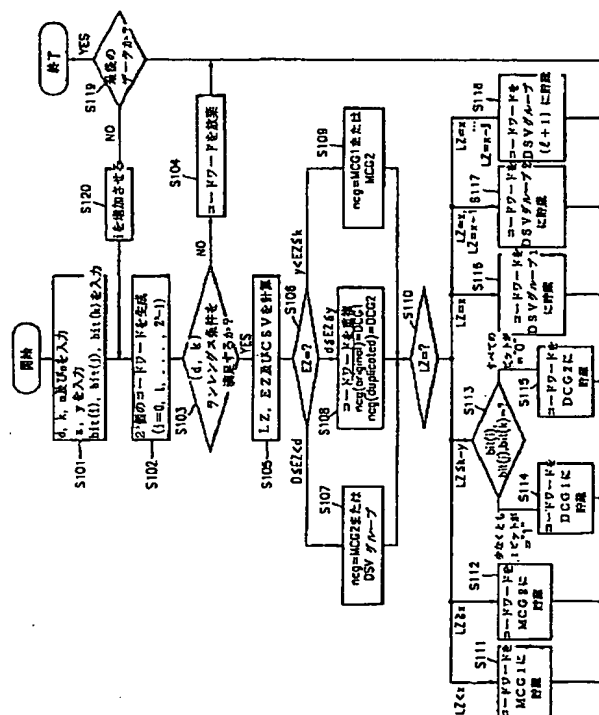
弁理士 志賀 正武 (外1名)

(54) 【発明の名称】 改善されたＤＣ成分の抑圧能力を有するＲＬＬコード生成方法及び生成されたＲＬＬコードの変復調方法

(57). 【要約】

【課題】 改善されたDC成分の抑圧能力を有するRL  
Lコードの生成方法及び生成されたRL Lコードの変復  
調方法を提供する。

【解決手段】 ランの最小長、ランの最大長、データビット長及びコードワードビット長それぞれ  $d$ 、 $k$ 、 $m$  及び  $n$  とするとき、 $(d, k, m, n)$  で表現される RLL コードを生成する方法において、(a) ランレングス  $(d, k)$  条件に満足するコードワードを生成する段階と、(b) 生成されたコードワードのコードの特徴により重複コードワードを有し、各コードグループのコードワードは互に i コードワード内の DC 値を表すパラメータ (CSV) の符号と次のコードワードの DSV 遷移方向を予測するパラメータ (INV) の特徴を考慮して配置された主コードグループと前記重複コードの判別のための判断コードグループを配置する段階とを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ランの最小長、ランの最大長、データビット長及びコードワードビット長をそれぞれ  $d$ 、 $k$ 、 $m$  及び  $n$  とするとき、 $(d, k, m, n)$  で表現される RLLコードを生成する方法において、(a) 前記ランレングス  $(d, k)$  条件を満足するコードワードを生成する段階と、(b) 生成されたコードワードの特徴により重複コードワードを有し各コードグループのコードワードは互いにコードワード内の DC 値を表すパラメータ (CSV) の符号及び次のコードワードの DSV の遷移方向を予測するパラメータ (INV) の特徴を考慮して配置された主コードグループと前記重複コードワードの判別のための判断コードグループを配置する段階とを含む方法。

【請求項2】 前記 (b) 段階においては、前記主コードグループのあるグループ内の一部のコードワードで構成された1つ以上のDSVグループをさらに配置することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記方法は、(c) 生成されたコードワードのエンドゼロ数 (EZ) に基づき、コードワードストリームのDC成分の抑圧可能なコードワードが次に配置されるように次のコードグループを決定する段階をさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項4】 前記主コードグループは第1及び第2の主コードグループを含み、前記第1の主コードグループはリードゼロ数 (LZ) が主コードグループ分割パラメータ ( $x$ ) より小さいコードワードで構成され、前記第2主コードグループは LZ が  $x$  より大きいか等しいコードワードで構成され、前記第1及び第2主コードグループには互いに同じコードワードは存在せず、エンドゼロ数 (EZ) がランの最小長  $d$  より大きい等しく、コードワード重複パラメータ ( $y$ ) より小さいか等しいコードワードは重複されていることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項5】 前記 RLLコードは  $(2, 12; 8, 15)$  であり、主コードグループ分割パラメータ ( $x$ ) は1であり、コードワード重複パラメータ ( $y$ ) は7であることを特徴とする請求項4に記載の変調方法。

【請求項6】 前記第1の主コードグループ内のコードワードと同じ復号値を有する第2主コードグループ内の対応コードワードは CSV パラメータを優先的に互いに反対に配置し、パラメータ INV の特徴も互いに反対に配置し、前記パラメータ INV の値が "0" であれば次のコードワードの CSV 値は現在コードワードまでの累積された DSV 値にそのまま和して DSV 値が更新され、累積されたパラメータ INV の値が "1" であれば、次のコードワードの CSV 値の符号を反転させて現在コードワードまでの累積された DSV 値に和して DSV 値が更新されるようにしてコードワードストリームの DC 成分の抑圧を効率良く行うことを特徴とする請求項4に記載

の方法。

【請求項7】 前記1つ以上のDSVグループは、コードワードストリームのDC成分の抑圧及びランレングス  $(d, k)$  が制御可能な前記第1の主コードグループで使用しているコードワードで構成されてコードワードのビット数  $n$  を減らすことを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項8】 前記1つ以上のDSVグループ内のコードワードは、第2主コードグループ内のコードワードとはコードワード内のDC値を表すパラメータ CSV と次のコードワードの DSV 遷移方向を予測するパラメータ INV との符号を互いに反対になるように配置されて DC 成分の抑圧を効率良く行うことを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項9】 以前のコードワードのEZ値であるEZ ( $p$ ) が第1主コードグループを選択できず、第2主コードグループのみを選択できる時、LZ が主コードグループ分割パラメータ ( $x$ ) であるコードワードで構成されたDSVグループにより現在のコードワードの LZ 値である LZ ( $c$ ) が  $d \leq EZ(p) + LZ(c) \leq k$  を満足する範囲内でDC抑圧制御を行うことを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項10】 前記判断コードグループは第1及び第2判断コードグループを含み、前記第1及び第2判断コードグループはリードゼロ数 (LZ) が前記ランの最大長 ( $k$ ) とコードワード重複パラメータ ( $y$ ) との差より小さいか等しいコードワードで構成され、このコードワードは特定ビットの値に基づき第1判断コードグループまたは第2判断コードグループに配置されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項11】 前記1つ以上のDSVグループ内のコードワードはリードゼロ数 (LZ) により LZ が主コードグループ分割パラメータ ( $x$ ) のコードワードは第1DSVコードグループに配置し、LZ が  $x$  または  $(x-1)$  であるコードワードは第2DSVグループに配置し、LZ が  $x$  または  $x-1$  または、...  $x-1$  のコードワードは第1+1 DSVグループに配置して、以前のコードワードのEZ値であるEZ ( $p$ ) がそれぞれEZ ( $p$ ) = 0、EZ ( $p$ ) = 1、...、EZ ( $p$ ) = 1 であるコードワードは第2主コードグループ、第1DSVグループ、第2DSVグループ、...、第1+1DSVグループでそれぞれコードワードを選択してDC抑圧制御を行うことを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項12】 前記 (b) 段階は、(b1) 前記生成されたコードワードのリードゼロ数 (LZ) をチェックする段階と、(b2) 前記 LZ が主コードグループ分割パラメータ ( $x$ ) より小さいコードワードは第1主コードグループに配置する段階と、(b3) 前記 LZ が前記  $x$  より大きい等しいコードワードは第1主コードグル

ープとはコードワード内のDC値を表すパラメータ(CSV)と次のコードワードのDSV遷移方向を予測するパラメータ(INV)の特徴が反対である第2主コードグループに配置する段階と、(b4)前記LZがランの最大長(k)とコードワード重複パラメータ(y)との差より小さいか等しいコードワードの特定ビットがいずれか1つでも“1”であれば第1判断コードグループに配置し、前記特定ビットがいずれも“0”であれば第2判断コードグループに配置する段階と、(b5)前記LZが主コードグループ分割パラメータ(x)値に該当するコードワードは第1主コードグループにあるコードワードで構成されている第1DSVグループに配置する段階とを含む請求項2に記載の方法。

【請求項13】 前記(b)段階は、(b6)前記LZがxまたは(x-1)であるコードワードは第2DSVグループに配置し、前記LZがxまたは(x-1)または... (x-1)であるコードワードは第1+1 DSVグループに配置する段階をさらに含む請求項12に記載の方法。

【請求項14】 前記(c)段階は、(c1)前記生成されたコードワードのEZをチェックする段階と、(c2)前記EZが $0 \leq EZ \leq d$ の時には前記生成されたコードワードの次にこれる次のコードグループとして前記第2主コードグループまたは前記1つ以上のDSVグループを決定してコードワードストリームのDC制御を行う段階と、(c3)前記EZがコードワードが重複されている $d \leq EZ \leq y$ (ここで、yはコードワード重複パラメータである)の時には重複されたコードワードの次のコードグループとして第1または第2判断コードグループを決定し、重複されないコードワードの次のコードグループとして第1または第2主コードグループを決定してコードワードストリームのDC制御を行う段階と、(c4)前記EZが $y \leq EZ$ の時には(d, k)ランレングスが背反されない場合に限って前記生成されたコードワードの次のコードグループに第1または第2主コードグループを決定してDC制御を行う段階を含むことを特徴とする請求項3に記載の方法。

【請求項15】 前記EZが $0 \leq EZ < d$ の時、前記EZが“0”であれば前記生成されたコードワードの次のコードグループとして前記第2主コードグループが決定され、その他には前記1つ以上のDSVグループのうち1つが決定されることを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】 光ディスク記録及び/または再生装置に入力されるデータをランの最小長(d)、ランの最大長(k)、データビット長(m)、コードワードビット長(n)を表す(d, k, m, n)で表現されるRLLCコードに変調する方法において、(a)入力されるmビットのデータを重複コードワードを有し、各コードグループのコードワードは互いにコードワード内のDC値を

表すパラメータCSVの符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測するパラメータINVの特徴を考慮して配置された主コードグループと前記重複コードの判別のための判断コードグループのうちいずれか1つのコードグループのコードワードを選択して変調する段階を含む変調方法。

【請求項17】 前記(a)段階では、第1主コードグループ内の一部のコードワードで構成された1つ以上のDSVグループをさらに用いて入力されるデータを変調することを特徴とする請求項16に記載の変調方法。

【請求項18】 前記方法は、(b)前記(a)段階で入力されたデータに対応するコードワードを以前のコードワードが指定する次のコードグループで選択し、次のコードグループは選択されたコードワードが指定する次のコードグループに更新する段階を含む請求項17に記載の変調方法。

【請求項19】 前記(b)段階は、(b1)以前のコードワードが指定する次のコードグループをチェックする段階と、(b2)前記(b1)段階におけるチェック結果が前記以前のコードワードが指定する次のコードグループが第1主コードグループであれば、(d, k)ランレングス条件を満足するかどうかをチェックする段階と、(b3)前記(d, k)ランレングス条件が満足されると、前記入力データに対応するコードワードを前記第1主コードグループまたは第2主コードグループのうちDC制御が有利なコードグループで選択し、次のコードグループは選択されたコードワードが指定する次のコードグループに更新し、満足しなければ前記第1主コードグループで選択し、次のコードグループは選択されたコードワードが指定する次のコードグループに更新する段階と、(b4)前記(b1)段階におけるチェック結果が前記以前のコードワードが指定する次のコードグループが第2主コードグループであれば、入力データに対応するコードワードを前記第2主コードグループで選択し、次のコードグループは選択されたコードワードが指定する次のコードグループに更新する段階と、(b5)前記(b1)段階におけるチェック結果が前記以前のコードワードの次のコードグループが第1判断コードグループであれば入力データに対応するコードワードを前記第1判断コードグループで選択し、次のコードグループは選択されたコードワードが指定する次のコードグループに更新する段階と、(b6)前記(b1)段階におけるチェック結果が前記以前のコードワードの次のコードグループが第2判断コードグループであれば入力データに対応するコードワードを前記第2判断コードグループで選択し、次のコードグループは選択されたコードワードが指定する次のコードグループに更新する段階と、

(b7)前記(b1)段階におけるチェック結果が、前記以前のコードワードの次のコードグループがDSVグループの1つであれば入力データ値が所定値以下である

かどうかを判断して、前記入力データが前記所定値以下であれば第2主コードグループまたはDSVグループの1つでDC制御に有利なコードグループ内のコードワードを選択し、次のコードグループは選択されたコードワードが指定する次のコードグループに更新し、前記入力データが所定値以上であれば第2主コードグループでコードワードを選択し、次のコードグループは選択されたコードワードが指定する次のコードグループに更新する段階とを含む請求項18に記載の変調方法。

【請求項20】 前記方法は、(b) 所定周期毎に同期パターンを挿入する段階をさらに含み、同期の使用頻度数によって頻度数の多い同期はコードワードストリームのDC制御に有利にdon't careビットを拡大使用する同期パターンを使用し、(d, k) ランレンジ条件を違反しないように最上位ビットをdon't careビットに設定した同期パターンを使用することを特徴とする請求項16に記載の変調方法。

【請求項21】 入力されるmビットのデータを重複コードワードを有し、各コードグループのコードワードは互いにコードワード内のDC値を表すパラメータCSVの符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測するパラメータINVの特徴を考慮して配置された主コードグループと重複コードの判別のための判断グループのうちいずれか1つのコードグループのコードワードに変調されたランの最小長(d)、ランの最大長(k)、データビット長(m)、コードワードビット長(n)を表す(d, k, m, n)で表現されるRLLCコードを元のデータに復調する光ディスク記録及び/または再生装置のためのデータ復調方法において、(a) コードワードストリームを入力して、以前のコードワードの特徴によって復調しようとするコードワードが属しているグループを表すパラメータ(ncg)を更新する段階と、(b) 更新されたncgが指示するコードグループで2つの同一の現在コードワードが存在しなければ、更新されたncgが指示するコードグループで前記復調しようとするコードワードに対応するmビットの元のデータに復調する段階とを含む復調方法。

【請求項22】 (c) 前記更新されたncgが指示するコードグループで2つの同一の現在コードワードが存在すると、次のコードワードの特定ビットをチェックしていずれか1つでも"1"であれば、同一のコードワードのうち1番目のコードワードを選択して元のデータに復調し、特定ビットがいずれも"0"であれば、同一のコードワードのうち2番目のコードワードを選択して元のデータに復調する段階をさらに含む請求項21に記載の復調方法。

【請求項23】 前記方法は、(c) 入力されるコードワードが同期パターンであるかどうかを判断して同期を復元し、ncgを前記いずれか1つのコードグループに初期化する段階をさらに含む請求項21に記載の復調方

法。

【請求項24】 前記変調されたRLLCデータは、前記主コードグループ内の一部のコードワードで構成された1つ以上のDSVグループをさらに用いて変調されており、前記主コードグループは、第1及び第2主コードグループからなり、前記判断コードグループは第1及び第2判断コードグループからなることを特徴とする請求項21に記載の復調方法。

【請求項25】 前記(a) 段階は、(a1) 以前のコードワードのエンドゼロ数(EZ)を判断する段階と、(a2) 前記以前のコードのEZが"0"であれば、次のコードグループを第2主コードグループに更新する段階と、(a3) 前記以前のコードのEZが"1"であれば、次のコードグループをDC制御により有利な第2主コードグループまたは副コードグループのうちいずれか一方に更新する段階と、(a4) 前記以前のコードのEZがランの最小長がdより大きい等しく、コードワードの重複パラメータ(y)より小さい等しければ、以前のコードワードの次のコードグループが指示するコードグループで2つの重複コードワードが存在するかどうかを判断する段階と、(a5) 前記(a4) 段階で2つの重複コードワードが存在すると現在のコードワードの特定ビットをチェックして、特定ビットが1つさえ"1"であれば次のコードグループを第1判断コードグループに更新し、特定ビットがいずれも"0"であれば次のコードグループを第2判断コードグループに更新する段階と、(a6) 前記以前のコードのEZがコードワードの重複パラメータ(y)より大きい等しく、ランの最大長(k)より小さい等しければ、前記(a4) 段階で2つの重複コードワードが存在しなければ、次のコードグループをDC制御により有利な第1主コードグループまたは第2主コードグループに更新する段階とを含む請求項24に記載の復調方法。

【請求項26】 前記RLLCコードは(2, 12, 8, 15)であり、主コードグループ分割パラメータ(x)は1であり、コードワード重複パラメータ(y)は7であり、前記特定ビットは最上位ビット及び最下位ビットであることを特徴とする請求項25に記載の復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、mビットの情報ワードを変調信号に変換し、且つ変換された変調信号を元の信号に復元する分野に係り、特に、少ないビット数を有するコードワードを用いてコードワードストリームのDC成分を効率良く抑えることができるランレンジリミテッド(Run Length Limited、以下、RLLCと称する)コードの生成方法、及び高密度の記録及び/または再生を要する光ディスク記録及び/または再生装置に用いて好適なRLLCコードの変復調方法に関する。

【0002】(d, k, m, n)で表現されるRLLコードは、光ディスク記録及び/または再生装置において、元の情報を光ディスクに適した信号に変換する変調及び光ディスクから再生された信号を元の情報に復元する復調時に広く使用されている。前記(d, k, m, n)で表現されるRLLコードにおいては、データの主変換を図1Aに示された主変換表に基づいて行う。図1A及び図1Bに示されたように、主/副変換表内の第1及び第4コードグループはコードワード内のリードゼロ(Lead Zero; LZ)数により排他的に分離されており、第2及び第3コードグループもコードワードの特定のビットに基づいて1または0であるかを判別して排他的に分離されている。すなわち、第1及び第4コードグループには相互同一のコードワードが存在せず、第2コードグループ及び第3コードグループにも相互同一のコードワードが存在しない。図1A及び図1Bに示された主/副変換表は、米国特許第5,790,056の"Method of converting a series of M-bit information words to a modulated signal, as well as a recorded carrier"に開示されている。

【0003】ランレングスは、コードグループ内のコードワードが次のコードグループを指定して(d, k)条件を違えないようにする(d, k)-constraint方式を用いている。図1Bに示されたような副変換表は87ビット以下のデータが入力された時にコードワードストリームのDC抑圧がなされるようにしており、副変換表内のコードグループ内のコードワードは主変換表にはないコードで配置しており、コードワード内のDC値を表すパラメータであるCSVの符号は同一の復号値を有する主変換表の対応コードワードと反対のコードワードで配置してDC成分の抑圧がなされるようにしている。

【0004】図1に示された主変換表及び副変換表において、第1及び第4コードグループでランレングスを違えなければDC抑圧に有利なコードグループを選択することができる。ところが、コードワードが、第1及び第4コードグループに属しているコードワードのCSVの符号及び本発明で提案する、コードワード内で1が奇数個あるか、または偶数個あるかを判別することにより次のコードワードのDSV遷移方向を予測するパラメータ(INV)の特徴を考慮して配置されてはいない。その結果、図1に示された従来のコード(2, 10, 8, 16)のように、8ビットデータを16ビットのコードワードとは異なって、15ビットのコードワードに変換するためのコード変換表を生成しようとするときには不向きであった。

【0005】さらに、87ビット以下のデータに対しては主変換表及び副変換表の両方でコードワードが選択可

能であり、且つCSVの符号が反対に配置されるので、コードワードストリームのDC成分を抑えることができる。しかし、副変換表内のコードワードは主変換表にはない新しいコードワードで構成されているため、結局として副変換表内のコードワードの数分の多いコードワードが必要となった。この理由から、コードワードのビット数を減らすことができなかった。さらに、副変換表内のコードワードは主変換表の同一の復号値を有する対応コードワードと比較してコードワードの特性パラメータの1つであるCSVの符号は反対に配置されているが、本発明で提案するコードワードのパラメータであるINVの特徴は反対となっていない。これにより、所定のルックアップヘッド方式で行われるDSV制御に際し、コードワードの数が少ない変調コードを用いる場合、DC抑圧が十分発揮できない問題があった。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、DC抑圧のための副変換表に使用されるコードワードを主変換表で既に使用されているコードワードの一部をそのまま用い、主変換表のコードワードの特性パラメータであるCSV及びINVを十分活用して主変換表を生成し、これにより少ないビット数を有するコードワードを用いながらも、コードワードストリームのDC成分が効率良く抑圧可能なRLLコードの生成方法を提供することである。本発明の他の目的は、改善されたDC抑圧能力を有するRLLコードを用いてコードワードストリームを変調する方法を提供することである。本発明のさらに他の目的は、改善されたDC抑圧能力を有するRLLコードを用いて変調コードワードストリームを元のコードワードストリームに復調する方法を提供することである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】前記諸目的を達成するため、本発明に係るRLLコード生成方法は、ランの最小長、ランの最大長、データビット長及びコードワードビット長をそれぞれd, k, m及びnとすると、(d, k, m, n)で表現されるRLLコードを生成する方法であって、前記ランレングス(d, k)条件を満足するコードワードを生成する段階と、生成されたコードワードの特徴により重複コードワードを有し各コードグループのコードワードは互いにコードワード内のDC値を表すパラメータ(CSV)の符号及び次のコードワードのDSVの遷移方向を予測するパラメータ(INV)の特徴を考慮して配置された主コードグループと前記重複コードワードの判別のための判断コードグループを配置する段階とを含むことを特徴としている。

【0008】前記他の目的を達成するため、本発明に係るRLLコードの変調方法は、光ディスク記録及び/または再生装置に入力されるデータをランの最小長(d)、ランの最大長(k)、データビット長(m)、コードワードビット長(n)を表す(d, k, m, n)

で表現されるRLLコードに変調する方法であって、入力されるmビットのデータを重複コードワードを有し、各コードグループのコードワードは互いにコードワード内のDC値を表すパラメータCSVの符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測するパラメータINVの特徴を考慮して配置された主コードグループと前記重複コードの判別のための判断コードグループのうちいずれか1つのコードグループのコードワードを選択して変調する段階を含むことを特徴としている。

【0009】前記さらに他の目的を達成するため、本発明に係るRLLコードの復調方法は、入力されるmビットのデータを重複コードワードを有し、各コードグループのコードワードは互いにコードワード内のDC値を表すパラメータCSVの符号と次のコードワードのDSV遷移方向を予測するパラメータINVの特徴を考慮して配置された主コードグループと重複コードの判別のための判断グループのうちいずれか1つのコードグループのコードワードに変調されたランの最小長(d)、ランの最大長(k)、データビット長(m)、コードワードビット長(n)を表す(d, k, m, n)で表現されるRLLコードを元のデータに復調する光ディスク記録及び/または再生装置のためのデータ復調方法であって、コードワードストリームを入力して、以前のコードワードの特徴によって復調しようとするコードワードが属しているグループを表すパラメータ(ncg)を更新する段階と、更新されたncgが指示するコードグループで2つの同一の現在コードワードが存在しなければ、更新されたncgが指示するコードグループで前記復調しようとするコードワードに対応するmビットの元のデータに復調する段階とを含むことを特徴としている。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づき、本発明に係る改善されたDC抑圧能力を有するRLLコード生成方法及び生成されたRLLコードの変復調方法の好ましい実施例について説明する。(d, k, m, n)で表現されるRLLコードにおいて、コードの性能を評価する要因が多数あるが、中でも、記録密度及びコードのDC成分の抑圧能力が代表的である。記録密度及びコードの検出ウィンドウは、下記式1及び2で表される。

$$\text{記録密度} = (d+1)m/n \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{検出ウィンドウ幅} = (m/n)T \quad \dots\dots (2)$$

(上式で、mはデータビット数(ソースビット数または情報ワードビット数とも言う)、nは変調済みのコードワードビット数(チャンネルビット数とも言う)、dはコードワード内において1と1との間に存在可能な連続する0の最小数、kはコードワード内において1と1との間に存在可能な連続する0の最大数、Tはコードワード内のビットのビット間隔をそれぞれ表す。)

【0011】前記式から明らかなように、変調方法で記録密度を向上させる方法は、d及びmは同一条件下でコ

ードワードのビット数nを減らすことである。しかし、RLLコードは、コードワード内において1と1との間に存在可能な連続する0の最小数であるd条件及び連続する0の最大数であるk条件を満足しなければならない。この(d, k)条件を満足すると同時に、RLL(d, k)を満足するコードワードの数は、データビット数がmとすると、 $2^m$ 個以上である。しかし、実際にこのコードを使用するためには、コードワードとコードワードとがつながる部分でもRLL(d, k)を満足しなければならない。しかも、光ディスク記録及び/または再生装置のように、コードのDC成分がシステム性能に影響する場合には、使用しようとするコードがDC抑圧能力を有する必要がある。

【0012】この理由から、コンパクトディスク(CD)の場合、8ビットのデータを変調すると14ビットのコードワードに変換される8対14変調(Eight-to-Fourteen Modulation、以下、EFM)コードは、RLL(2, 10)(CDは、d=2、k=10のコードを使用する)のランレングスの条件を満足すると同時にDC抑圧能力を有するため、14ビットに変換されたコードワードの間に3ビットのマージビットが付加されることを要する。このマージビットは何の情報も含んでいず、ただ(d, k)のランレングス及びDC成分の抑圧のためのビットとして付加されただけであって、記録密度を向上させるのに負担となる。

【0013】さらに、デジタル多機能ディスク(以下、DVD)の場合には、EFMプラス(以下、EFM+)コードを使用するが、このコードもやはりRLL(2, 10)のランレングス条件を満足する。ただ違いがあれば、CDとは異なってマージビットがなく、その代わりにコードワード長(n)が16ビットとなっている。この場合に使用可能なコードの数は合計で566個であり、図1A及び図1Bに示されたように、4つの主変換表及び4つの副変換表を有している。(2, 10)のランレングスは4つの主変換表を用いて満足すると、コード列のDC成分の抑圧は副変換表を用いてなされる。

【0014】前述のコードは、DC成分の抑圧には優れている。特に、DVDで使用されるEFM+コードの場合には、CDで使用されるEFMコードと比較して1ビット分のコードワードを減らすことができ、同時にコードの変調方法の僅かな変更だけで略5.9%の記録密度の向上が得られる。しかし、EFM+コードの場合にも、DC成分の抑圧のため4つの副変換表を別に有するため、それ以上のコードワードのビット数を減らすことは困難である。

【0015】本発明では上記事情を考慮に入れて、DC成分の抑圧のための別の副変換表を有する面では変わりないが、副変換表に使用されるコードワードを主変換表で既に使用されているコードワードの一部をそのまま用

い、主変換表のコードワード特性パラメータ、すなわち、コードワード内のDC値を表すCSV、及び次のコードワードのDSV遷移方向を予測するINVを最大限に活用して主変換表を作成することにより、コードワードのビット数を減らすようにしている。以下、前述の主/副変換表を用いてDC成分の抑圧能力及び記録密度の

以前コード

000010001001000

LZ (p) EZ (p)

(ここで、dはランの最小長、kはランの最大長、mはデータビット長、nはコードワードビット長をそれぞれ表す。また、LZ (p) 及びEZ (p) はそれぞれ、以前のコードワード及び現在のコードワード内におけるリードゼロ数を表し、EZ (p) 及びEZ (c) はそれぞれ、以前のコードワード及び現在のコードワード内におけるエンドゼロ数を表す。そしてDSV (Digital Sum Value in codeword stream) は、コードワードストリームにおけるデジタル合計値を表す。このDSVは、一連のコードワードストリームにおいて“1”が出てくるたびに次の“1”が出てくるまで“0”または“1”に反転させた後、反転されたパターンにおいて0は“-1”に計数し、1は“+1”に計数した値である。

【0017】またCSVは、コードワード内においてデジタル合計値、すなわち、1つのコードワード内において“1”が出てくるたびに次の“1”が出てくるまで“0”または“1”に反転させた後、反転されたパターンにおいて0は“-1”に計数し、1は“+1”に計数した値である。I

コードワード : 000010001001000 0010010010

01000

INV : 1 0

CSV : +1 -3

コードストリーム : 000011110001111 11000111000

1111

DSV : -1-2-3-4-3-2-1 0-1-2-3-2-1 0+1 +

2+3+2+1 0+1+2+3+2+1 0+1+2+3+4

【0019】図2は、本発明の一実施例によるRLLコード生成方法を示すフローチャートである。これを参照すると、ランの最小長d、ランの最大長k、データビット長m、コードワードビット長n、主コードグループの分割パラメータx、コードワードの重複パラメータy及び特定ビット、例えば、bit (i)、bit (j)、bit (k) を入力する (S101段階)。次に、S101段階で入力された条件を満足する2<sup>n</sup>個 (0~2<sup>n</sup>-1) のコードワードを発生させる (S102段階)。次に、生成されたコードに対してランレンジ (d, k) 条件を満足するかどうかを判断する (S103段階)。生成されたコードの内ランレンジ (d, k) 条件を満足するコードのみが使用できるため、この条件を満足しないコードは放棄する (S104段階)。

向上効果が得られ、とりわけ高密度の光ディスクシステムに用いて好適なRLLコードの生成方法について説明する。

【0016】説明に先立って本発明で使用する用語について定義しておく。

現コード

001000001001000

LZ (c) EZ (c)

INVは、次のコードワードの遷移が分かるパラメータである。すなわち、コードワード内における“1”の個数が偶数個であれば、INVの値は0 (INV=0) であり、コードワード内における“1”の個数が奇数個であれば、INVの値は1 (INV=1) である。またxは主コードグループを分割するパラメータであり、yはコードワードの重複パラメータであり、bit (i)、bit (j)、bit (k) はそれぞれ、コードワード内のi、j、k番目のビットを表す。ここで、コードワードストリームで累積されたINVの値が“0”であれば、次のコードワードのCSV値をそのコードワード以前までの累積されたDSV値にそのまま和してDSV値を更新し、累積されたINV値が“1”であれば、次のコードワードのCSV値の符号を反転させてそのコードワード以前までの累積されたDSV値に和してDSV値を更新する。

【0018】以上のストリームを例にとると、パラメータINV、CSV、DSVは下記のように与えられる。

これに対し、(d, k) 条件を満足するコードワードはそのコードワードの特徴が抽出されるが、ここでは、特徴を抽出するのに必要なパラメータ、すなわち、コードワード内のリードゼロ数 (LZ)、コードワード内のエンドゼロ数 (EZ)、コードワード合計値 (CSV) が計算される (S105)。

【0020】使用可能なコード数を増やすために一部のコードは重複させ、コードワードとコードワードとがつながる部分における (d, k) 条件を満足させるためにパラメータEZの値をチェックする (S106)。次に、このEZ値に基づき、下記のような動作が行われる。コードワード内のエンドゼロ数EZが0以上でdより小さいと (0 ≤ EZ < d)、次のコードグループ (next code group、以下、ncg) は第2



の主コードグループ(Main Code Group 2、以下、MCG2)またはDSVグループから次のコードワードが選択されるように指定する(S107)。

【0021】コードワードのEZ値が $d$ 以上で $y$ 以下( $d \leq EZ \leq y$ )であれば、そのコードワードは重複させ、ncgは第1判断コードグループ(DCG1)または第2判断コードグループ(DCG2)から次のコードワードが選択されるように指定される(S108)。このとき、コードワードが重複されていない元のコードワードであれば、ncgは第1判断コードグループ(DCG1)から次のコードワードが選択されるように指定される。これに対し、コードワードが重複されたコードワードであれば、ncgは第2判断コードグループ(DCG2)から次のコードワードが選択されるように指定される。

【0022】コードワードのEZ値が $y$ より大きく $k$ 以下( $y < EZ \leq k$ )であれば、ncgが第1主コードグループ(MCG1)または第2主コードグループ(MCG2)から次のコードワードが選択されるように指定する(S109)。この過程を経て( $d, k$ )条件を満足するコードワードのncgが決定され、このncgに基づき、そのコードワードの次につくコードワードのコードグループが決定される。また、コードワードとコードワードとがつながる部分でも( $d, k$ )条件が満足される。ここで、 $d \leq EZ \leq y$ を満足するコードを重複させる理由は、EZ値が0, 1, . . . ,  $d-1$ のコードに対してはDSV値を用いてコードワードストリームのDSVを制御し、これにより全体のDC成分を抑圧するためである。

【0023】以下、コードグループ別にコードワードを束ねる方法及びそれぞれのコードグループの特徴について説明する。コードグループ別にコードワードを束ねるためには、コードワード内のリードゼロ数LZ値を用いるが、S110段階ではコードワード内のLZ値をチェックする。S110段階でコードワード内のLZ値が $x$ より小さければ、そのコードワードは第1主コードグループ(MCG1)にコードワード値の順番に従って貯蔵される(S111段階)。LZ値が $x$ 以上( $x \leq LZ$ )のコードワードは第2主コードグループ(MCG2)に貯蔵されるが、そのコードワードの順番は第1主コードグループ(MCG1)に貯蔵されている同一の復号値を有するコードワードと比較してできる限りパラメータINV及びCSV値の符号が反対のものに配置する(S112段階)。もし、INV及びCSVの符号両方が反対のものがなければ、CSVの符号が反対のものを優先的に配置し、その次にINV値の符号が反対のものに配置する。

【0024】このようにコードワードを配置する理由は、まず第1に、1コードワードのncgが第1主コードグループ(MCG1)または第2主コードグループ

(MCG2)で次のコードワードを読み出すように指示する場合、両コードグループ内の同一の復号値を有するコードワードが( $d, k$ )条件を同時に満足すると、コードワードストリームのDC成分の抑圧が効率良くなされるようなコードワードに選択可能にするからである。第2に、両コードグループ内のコードワードのINV及びCSV値が反対なので、DC成分の抑圧が、両コードワードの内いずれか一方には最適になされるからである。

【0025】次に、LZ値が $k-y$ 以下( $LZ \leq k-y$ )であれば、bit(i)、bit(j)、bit(k)をチェックし(S113段階)、そのうちいずれか1つのビットでも“1”が存在すると、そのコードワードは第1判断コードグループ(DCG1)に貯蔵される(S114段階)。これに対し、S113段階でチェックされたビットがいずれも“0”であれば、そのコードワードは第2判断コードグループ(DCG2)に貯蔵される(S115段階)。判断コードグループ(DCG)内におけるコードワードの配置順序はできる限り第1及び第2主コードグループ(MCG1, MCG2)のように配置させる。例えば、“100010001000100”が第1主コードグループ(MCG1)に属するコードワードであると同時に第1判断コードグループ(DCG1)に属するコードワードであり、このコードワードの復号値が第1主コードグループ(MCG1)で128に該当するなら、第1判断コードグループ(DCG1)グループ内においてもその復号値が128である位置に配置させる。これは、復号に際してエラーが生じた場合、エラーの伝播を最小化させるためである。

【0026】LZ値が $k-y$ 以下( $LZ \leq k-y$ )のコードワードを判断コードグループ(DCG)に配置させる理由は、EZ値が $d$ 以上で $y$ 以下( $d \leq EZ \leq y$ )のコードワードを重複させたからである。重複されたコードワードを復号する時、該当データを正常に復号するために次のコードワードを参照するが、次のコードワードが第1判断コードグループ(DCG1)からのコードワードであれば、元のコードワードに対する復号データに復調し、次のコードワードが第2判断コードグループ(DCG2)からのコードワードであれば、重複させたコードワードに対する復号データに復調する。

【0027】さらに、 $d \leq EZ \leq y$ のコードが第1判断コードグループ(DCG1)または第2判断コードグループ(DCG)内のコードワードと( $d, k$ )を満足しながらつながるためには、以前のコードワードのリードゼロ数EZ(p)及び現在のコードワードのリードゼロ数LZ(c)の合計、すなわち $EZ(p) + LZ(c)$ が $d \leq EZ(p) + LZ(c) \leq k$ を満足しなければならないため、判断コードグループのLZ(c)は $LZ \leq k-y$ を満足しなければならない。

【0028】例えば、“100010001000100”

0"であるコードワードが第1主コードグループ(MCG1)内に2つ存在するとき、すなわち、元のコードワード"100010001000100"に対する復号値が128であり、ncgが第1判断コードグループ(DCG1)であり、重複させたコードワード"100010001000100"に対する復号値が129であり、ncgが第2判断コードグループ(DCG2)であるとするとき、コードワード"100010001000100"を復号するときその次のコードワードがDCG1に属しているか、或いはDCG2に属しているかに応じて128または129に復調される。

【0029】次に、DSVグループの配置について説明する。DSVグループは、本発明でコードワードストリームのDC成分を抑圧するための方法として提案したものであって、別途のコードワードを要せず第1主コードグループ(MCG1)で使用中のコードワードを使用するので、補助コードグループに該当する。 $LZ=x$ のコードワードは第1DSVグループに配置し(S116段階)、 $LZ=x$ 、 $x-1$ のコードワードは第2DSVグループに配置する(S117段階)。この方法と同様に、 $LZ=x$ 、 $x-1$ 、 $\dots$ 、 $x-1$ のコードワードは第1+1 DSVグループに配置する(S118段階)。

【0030】DSVグループ内におけるコードワードの配置は、第1主コードグループ(MCG1)内における配置と等しくする。すなわち、同じコードワードが第1主コードグループ(MCG1)及びDSVグループ内にあれば、復号時同じ復号値に復号されるように配置する。S107段階においても説明されたように、あるコードワードのEZ値が0以上でdより小さければ( $0 \leq EZ < d$ )、ncgは第2主コードグループ(MCG2)またはDSVグループから次のコードワードが選択されるように指定される。ここで、DSVグループ内のコードワードは第1主コードグループ(MCG1)から抽出されたものであるから、第2主コードグループ(MCG2)内のコードワードと明らかに違う。 $0 \leq EZ < d$ のコードワードの次に入力されるコードワードを第2主コードグループ(MCG2)から選択するか、或いはDSVグループから選択するかは、DC成分の抑圧に最適なコードワードがどこに属しているかによって決定される。

【0031】従って、DSVグループからコードワードの選択方法は、 $d \leq EZ(p) + LZ(c) \leq k$ を満足しながらEZ(p)が0の時には $LZ(c)$ がxである第1DSVグループからコードワードを選択する。また、EZ(p)が1の時には $LZ(c)$ がxまたはx-1のコードワードが属している第2DSVグループからコードワードを選択し、同じく、EZ(p)がxの時には $LZ(c)$ がxまたはx-1または、 $\dots$ 、x-1のコードワードが属している第1+1 DSVグループからコ

ードワードを選択する。

【0032】このように生成されたコードワードは該当するコードグループに貯蔵される。次に、最後のデータであるかどうかを判断して(S119段階)、最後のデータであれば終了し、そうでなければi(ここで、 $i=0, 1, \dots, 2n-1$ )をインクリメントさせた後に(S120)、2n個のコードワードを生成させる(S102段階)。図3ないし図8は、図2に示されたアルゴリズムにより生成された(2, 12, 8, 15)で表現されるRLCコードのためのコードグループ別コード変換表である。ここでは、それぞれのパラメータを $d=2$ 、 $k=12$ 、 $m=8$ 、 $n=15$ 、 $x=2$ 、 $y=7$ 、 $bit(i)=14$ (最上位ビット(MSB)を意味する)、 $bit(j)=0$ (最下位ビット(LSB)を意味する)に設定し、 $bit(k)$ は無視した。

【0033】図3ないし図8に示されたコード変換表には $2 \leq EZ \leq 7$ のコードは重複されている。またDSVグループに含まれたコードワードは $LZ=1$ のコードワードであって、第2主コードグループ(MCG2)にはないパターンである。第1主コードグループ(MCG1)内のコードワードは $LZ < 2$ のコードワードであり、第2主コードグループ(MCG2)内のコードワードは $2 \leq LZ$ のコードワードであり、第1判断コードグループ(DCG1)内のコードワードはMSB( $bit(14)$ )またはLSB( $bit(0)$ )の内何れか一方が"1"のコードワードで構成され、第2判断コードグループ(DCG2)内のコードワードはMSB( $bit(14)$ )及びLSB( $bit(0)$ )両方が"0"のコードワードで構成される。

【0034】また、コードワードは復号データが同一に生成されるように、できる限り第1及び第2主コードグループ(MCG1, MCG2)と同一の復号位置に配置する。さらに、変調時にランレングス(d, k)条件を違えないように、第1及び第2判断コードグループ(DCG1, DCG2)内のコードワードは $LZ \leq 5$ のコードワードで構成される。第1主コードグループ(MCG1)及びDSVグループ内のコードワードは、第2主コードグループ(MCG2)内のコードワードとはCSV符号及びINVの特徴が反対になるように配置する。

【0035】要するに、本発明はDC成分の抑圧のために主コードグループのコードワードとは別のコードワードを使用していないため、多数のコードワードが必要しない。これにより、コードワードのビット数を1ビット分減らすことができ、以前のコードワードのEZが $0 \leq EZ(p) \leq d$ の場合、 $d \leq EZ(p) + LZ(c) \leq k$ となる範囲内でDC成分の抑圧がなされるようにDSVグループを第2主コードグループ(MCG2)と共に選択可能にしてDC成分の抑圧能力を向上させている。さらに、DSVグループ内のコードワードは第2主コードグループ(MCG2)内のコードワードとはCSVの

符号及びINVの特徴が反対になるように配置してDC成分の抑圧能力を向上させている。

【0036】本発明から提案された(2, 12, 8, 15)コードによると、 $EZ(p) = 1$ の時には次のコードワードをDSVグループ及び第2主コードグループ(MCG2)から選択でき、第1主コードグループ(MCG1)内のコードのうち $LZ = 1$ のコードワードでDSVグループを作り、このDSVグループ内のコードワードの位置は第1主コードグループ(MCG1)と同一の復号値を有する位置に配置することにより、復号時におけるエラーの伝播が防止されるようにしているが、DC成分の抑圧能力をより向上させるため、パラメータCSV及びINVを中心に配置することにより、DSVグループは第1主コードグループ(MCG1)のコードワードと違いにしても良い。さらに、第1主コードグループ(MCG1)及び第2主コードグループ(MCG2)のコードワードをCSVの符号及びINVの特徴が反対になるように配置することにより、 $EZ$ が $d \leq EZ(p) \leq y$ の非重複コードワードの場合や、 $EZ(p) > y$ のコードワードが $d \leq EZ(p) + LZ(c) \leq k$ となる場合でもDC成分の抑圧が行える。

【0037】次に、図3～図8に示されたようなコードグループ別コード変換表を有する(2, 12, 8, 15)コードの変復調方法について説明する。図9は、本発明に係る(2, 12, 8, 15)で表現されるRLCコードの変調方法の一実施例によるフローチャートである。これを参照すると、まず、ncgを“1”に初期化する(S201段階)。次に、同期コードを挿入するかどうかを判断する(S202段階)。ここで、同期コードの例は、図10に示されている。本発明における同期コードの形態は、図10に示されたように、4種類に類別される。各同期コードワードのMSBのx(don't care bit)は、以前のコードワードのEZとつながる時にランレングス(d, k)条件を違えないように使用されるものであって、0及び1両方が使用できる。

【0038】また、第1及び第2番目の同期コード(SYNC1, SYNC2)のためのコードワード内の第2番目のxはDC成分の抑圧のためのものであって、コードワードストリームのDC成分の抑圧に最適なものを選択すれば良い。第2番目のxがある同期パターンを有する第1及び第2番目の同期コード(SYNC1, SYNC2)を頻繁に発生させる同期用に使用し、第2番目のxがない同期パターンを有する第3及び第4番目の同期コード(SYNC3, SYNC4)は、例えば、インターリーブされたデータのように大いに遅延されたデータのエラー訂正用同期のように頻繁に発生しない同期用に使用することが好ましい。ここで、頻繁な同期とは、例えば、スピンドルモータ制御用の同期、またはインターリーブされてないデータのエラー訂正用同期などを言

う。

【0039】同期の次に出てくるコードワードは特定のコードワードグループで見出さなければならないという規定が必要である。これにより、本発明の一実施例によると、ncgは1に初期化させ、次に出てくるデータに対するコードワードは第1主コードグループ(MCG1)で見出す。S202段階における判断結果が同期を挿入する時点であれば、同期パターンはDC成分の抑圧に最適なパターンに選択する通常の同期挿入ルーチンを行う(S203段階)。次に、最後のデータであるかどうかを判断し(S215段階)、最後のデータでなければ同期挿入判断段階、すなわち、S202段階に戻る。図中、mcは変調されたコードワード、DCCはDC成分の抑圧に最適なものを選択するということをそれぞれ意味する。

【0040】S202段階における判断結果が同期を挿入する時点でなければ、1バイト単位に入力されるデータを読み取り(S204段階)、以前のコードワードが指示するncgに基づき、該当コードグループから読み取られた1バイトのデータに対する変調コードワードを見出す(S205段階)。ただ、DC成分の抑圧のためにncg=1の時及びncg=5の時には参照可能な変換コードグループが2つである。まず、以前のコードワードのncgが1であれば、そのコードワードのEZ値は2 EZ 7のうち重複されないコードワード、または $7 \leq EZ$ のコードワードであってランレングス(2, 12)条件を違えない範囲内で第1主コードグループ(MCG1)及び第2主コードグループ(MCG2)両方を参照して変調コードワードを選択することができる(S206段階、S207段階)。このとき、コードグループの選択は、DC成分の抑圧に最適なコードがどこに属しているかによってなされる。従って、S207段階では、変調コードワード(mc)を第1主コードグループ(MCG1)または第2主コードグループ(MCG2)のうちDC成分の抑圧に最適なコードグループで見出し、ncgは見出されたコードグループに属するコードワードが指定するncgに更新する。

【0041】示されたcod1(dt)は入力データの変調されるコードワードを第1主コードグループ(MCG1)で見出し、cod2(dt)は入力データの変調されるコードワードを第2主コードグループ(MCG2)で見出し、cod3(dt)は入力データの変調されるコードワードを第1判断コードグループ(DCG1)で見出し、cod4(dt)は入力データの変調されるコードワードを第2判断コードグループ(DCG2)で見出し、cod5(dt)は入力データの変調されるコードワードをDSVコードグループで見出すことを意味する。一方、S208段階では、以前のコードワードのncgが1であり、第2主コードグループ(MCG2)においてランレングス(2, 12)条件を満足し

なければ、変調コードワードを第1主コードグループ(MCG1)で見出し、ncgは見出されたコードワードが指定するncgに更新する。

【0042】以前のコードワードのncgが2であれば、以前のコードワードはEZ=0のコードワードであり、このときには無条件に次のコードワードを第2主コードグループ(MCG2)で見出し、ncgを見出されたコードワードが指定するncgに更新する(S209)。以前のコードワードのncgが3または4であれば、そのコードワードのEZ値が2、EZ=7であり、重複されたコードワードがある場合であり、次に出てくるコードワードはそれぞれ第1判断コードグループ(DCG1)または第2判断コードグループ(DCG2)で見出し、ncgは見出されたコードワードが指定するncgに更新する(S210、S211)。以前のコードワードのncgが5であれば、そのコードワードのEZ値がEZ=1の場合であり、この場合には次のデータが123以下である場合には変調コードワードを第2主コードグループ(MCG2)またはDSVグループで選択して見出すことができ、ncgは見出されたコードワードが指定するncgに更新する(S212段階、S213段階)。このとき、選択は、DC成分の抑圧に最適なコードグループで見出せば良い。一方、次のデータが123より大きい場合には変調コードワードを第2主コードグループ(MCG2)で見出し、ncgは見出されたコードワードが指定するncgに更新する(S214段階)。

【0043】このように、ncgが1または5の場合にDC成分が抑圧できる機会が生じ、その可能性は約10%である。DC成分の抑圧の機会が生じた時には最大のDC成分の抑圧効果を得るために選択される2つのコードグループのコードワードをCSVの符号及びINVの特徴が反対になるように配置する。図11は、図9に示された変調方法による変調過程の一部を示す表である。図中、dt(i)は変調する入力データであり、ncg(i-1)は変調されるデータのコードワードが属しているコードグループ(以前のコードワードの次のコードグループ)を表す。ここで、ncgが指示するコードグループに対する内容は、図12に示されたように、ncgが1であれば現在の変調コードワードの次のコードワードが属しているコードグループは第1主コードグループ(MCG1)または第2主コードグループ(MCG2)であり、ncgが2であれば現在の変調コードワードの次のコードワードが属しているコードグループは第2主コードグループ(MCG2)であり、ncgが3であれば現在の変調コードワードの次のコードワードが属しているコードグループは第1判断コードグループ(DCG1)であり、ncgが4であれば現在の変調コードワードの次のコードワードが属しているコードグループは第2判断コードグループ(DCG2)であり、ncg

が5であれば現在の変調コードワードの次のコードワードが属しているコードグループは第2主コードグループ(MCG2)またはDSVグループである。

【0044】一方、図11に示されたcode(i)は、ncg(i-1)が指示するコードグループで選択されたdt(i)に対するコードワードを意味し、16進水(hex)で表されている。ncg(i)はそのコードワードの直後のコードワードが属しているコードグループを指示する。INV(i)はコードワード内の1の個数が奇数個(INV(i)=1)であるか、または偶数個(INV(i)=0)であるかを表し、累積されたINV(i)はコードワードストリームの累積された1の個数を表し、CSV(i)はコードワードのDC値を表し、DSV(i)はコードワードストリーム内の累積されたDC値を表す。

【0045】例えば、最初に入力されるデータdt(0)のコードワードに対する以前のコードワードのncgを1とすると、データ0に対するコードワードは図3~図8に示された第1主コードグループ(MCG1)で"2001h"となる。"2001h"が指示する次のコードワードに対するncgは2に指定され、これにより第2番目のデータdt(1)の132に対するコードワードは第2主コードグループ(MCG2)で"0480h"が選択される。第6番目に入力されたデータ17(=dt(5))はncgが5に指定され、123より小さいので、コードワードを第2主コードグループ(MCG2)またはDSVグループで見出すことができる。第2主コードグループ(MCG2)では"0080h"があり、DSVグループでは"2040h"がある。以前までコードストリームの累積されたINV及びDSVはそれぞれ0(=INV(4))及び9(=DSV(4))である。"0080h"のCSVは1であるから、DSV(5)は10(=DSV(4)+1)となり、"2040h"のCSVは-1であるから、DSV(5)は8(=DSV(4)-1)となるため、DSVが0に近い"2040h"が選択される。

【0046】従って、図11から明らかなように、現在までのコードワードストリームの累積DSV値が0に近いコードワードを選択する方式で変調したものであり、DSVによるコードワードの選択方法は、この方法のほか設計者が自由に変えることができる。図13は、本発明に係る(2, 12, 8, 15)コードのDSV推移曲線を示すものである。これから、DSVが0を基準に継続して追従して行くことが確認でき、これにより本発明で提案するコードのDSV制御機能が確認できる。図14は、本発明に係る(2, 12, 8, 15)コードの周波数スペクトルを示すものであって、低周波帯域が抑圧されていることが確認できる。

【0047】図15は、本発明に係る(2, 12, 8, 15)コードの復調方法の一実施例によるフローチャー

トである。これを図16と結び付けて説明する。光ディスクから読み取られたコードワードストリームを再生クロック信号に同期して再生する。同期コードの例は図10に示されており、同期検出器の例は図16に示されている。直列に入力されるコードワードストリームを、図16に示された第1、第2及び第3シフトレジスタ（SR0、SR1及びSR2と表記してある）102、104及び106にシフトして貯蔵する（S301）。第2及び第3シフトレジスタ104、106は、例えば15ビットのシフトレジスタであり、第1シフトレジスタ102は、データ復号のために以前のコードワード内のエンドゼロ数EZチェック用であり、12ビットで十分であるが、同期コードワードの復号のために増やすこともできる。第1シフトレジスタ102の出力は同期デコーダ108及びデータデコーダ（図示せず）に提供され、第2及び第3シフトレジスタ104、106の出力はデータデコーダに提供される。

【0048】まず、第1シフトレジスタ102から提供される図10に示された同期パターンを同期デコーダ108により復号して同期を検出する。同期デコーダ108により同期パターンが検出されると（S302）、本発明では示していないが、同期保護及び内挿する同期復元ルーチンを行う（S303）。S303では、正常に検出された同期であるかを判断して同期デコーダ108により検出された同期をそのまま使用するか、あるいは擬似同期を内挿するかを判断する。次に、復調しようとするコードワードを貯蔵している第2シフトレジスタ104から出力されるコードワードが属しているコードグループを表示するncgを見出す過程について説明する。

【0049】S303段階で同期復元ルーチンを行った後ncgを1に更新し、次に、最後のデータであるかどうかを判断する（S307段階）。S302段階でシフトレジスタ102に貯蔵されたコードワードが同期でなければ以前のコードワードのEZをチェックする（S304段階）。ここで、EZが0の時にはncgを2に更新し（S305段階）、EZが1の時にはncgを5に更新する（S306段階）。EZが2〜EZ=7の場合には、以前のコードワードのncgが指示するコードグループから2つの重複コードワードが存在するかをチェックする（S307段階）。

【0050】もし、S307段階で以前のコードワードのncgが指示するコードグループで第1シフトレジスタ102に貯蔵された2つの重複コードワードが存在すると、第2シフトレジスタ104から現在復調しようとするコードワードのMSB（bit14）及びLSB（bit0）をチェックする（S308段階）。ここで、1ビットにでも“1”が存在するとncgを3に更新し、いずれも“0”であればncgを4に更新する（S309段階、S310段階）。S307段階で以前のコー

ドワードのEZが $2 \leq EZ \leq 7$ でありながら、以前のncgが指示するコードグループで重複コードワードが存在しないか、あるいは $7 - EZ = k$ であれば、ncgは1に更新する（S311段階）。次に、復調しようとするコードワードを貯蔵した第2シフトレジスタ104の出力を復号する段階について説明する。

【0051】更新されたncgが指示するコードグループに復調しようとするコードワードが2つ存在するかをチェックする（S312段階）。S312段階で同一のコードワードが2つ存在すると、第3シフトレジスタ106から提供される次のコードワードのMSB（bit14）及びLSB（bit0）をチェックして（S313段階）、1ビットにでも“1”が存在すると、第2シフトレジスタ104から提供される現在復調しようとするコードは同一のコードワードのうち1番目のコードワードであることを確認し、これに対応する元のデータに復調する（S314段階）。

【0052】S313段階で第3シフトレジスタ106から提供される次のコードワードのMSB（bit14）及びLSB（bit0）両方が“0”であれば、第2シフトレジスタ104から提供される現在復調しようとするコードワードは同一のコードワードのうち2番目のコードワードであることを確認し、これに対応する元のデータに復調する（S315段階）。S312段階で更新されたncgが指示するコードグループに第2シフトレジスタ104から提供されるコードワードが重複コードワードでなければ、更新されたncgが指示するコードグループで第2シフトレジスタ104から提供される現在復調しようとするコードワードに対応する元のデータに復調する（S316段階）。ncgが指示するコードグループは、図12に示されたように、ncgが1であれば、次のコードワードが属しているコードグループは第1主コードグループ（MCG1）または第2主コードグループ（MCG2）であり、ncgが2であれば、次のコードワードが属しているコードグループは第2主コードグループ（MCG2）であり、ncgが3であれば、次のコードワードが属しているコードグループは第1判断コードグループ（DCG1）であり、ncgが4であれば、次のコードワードが属しているコードグループは第2判断コードグループ（DCG2）であり、ncgが5であれば、次のコードワードが属しているコードグループは第2主コードグループ（MCG2）またはDSVグループである。

【0053】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は、DC成分の抑圧のための補助コードグループ（DSVグループ）内のコードワードを主コードグループで既に使用されているコードワードの一部をそのまま用い、主コードグループのコードワードの特性（例えば、パラメータCSV及びINV）を最大に活用して主コードグループを生成

することにより、コードワードのビット数を減らすことができる。これにより、記録密度及びDC成分の抑圧能力が向上できる。さらに、本発明はパラメータINVを考慮してDSV制御を行うと、すなわち、DSV制御が可能な頻度数の少ないコードでルックアヘッド方法によりDSV制御を行った時、パラメータINVを反対に配置した場合が数dB程度改善される効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 既存の変復調変換表の一例である。

【図2】 本発明で提案する(d, k, m, n)で表現されるRLLコードのためのコードグループ生成方法の一実施例によるフローチャートである。

【図3】 図2に示された方法により生成された(2, 12, 8, 15)コードの変復調のための変換コード、ncg及びコードワードの特性(INV, CSV)を示す表である。

【図4】 図2に示された方法により生成された(2, 12, 8, 15)コードの変復調のための変換コード、ncg及びコードワードの特性(INV, CSV)を示す表である。

【図5】 図2に示された方法により生成された(2, 12, 8, 15)コードの変復調のための変換コード、ncg及びコードワードの特性(INV, CSV)を示す表である。

【図6】 図2に示された方法により生成された(2, 12, 8, 15)コードの変復調のための変換コード、ncg及びコードワードの特性(INV, CSV)を示す表である。

す表である。

【図7】 図2に示された方法により生成された(2, 12, 8, 15)コードの変復調のための変換コード、ncg及びコードワードの特性(INV, CSV)を示す表である。

【図8】 図2に示された方法により生成された(2, 12, 8, 15)コードの変復調のための変換コード、ncg及びコードワードの特性(INV, CSV)を示す表である。

【図9】 図3Aないし図3Fに示された変換表を用いて(2, 12, 8, 15)コードの変調方法の一実施例によるフローチャートである。

【図10】 本発明による(2, 12, 8, 15)コードで使用可能な同期の形態を示す表である。

【図11】 図3に示された変換表を用いて変調する過程を説明するための表である。

【図12】 本発明で使用するncgが指示するコードグループ表である。

【図13】 本発明で例示した(2, 12, 8, 15)コードのDSV変化曲線である。

【図14】 本発明で例示した(2, 12, 8, 15)コードの周波数スペクトルを示す図面である。

【図15】 図9に示された方法により変調されたコードを元のデータに復調する(2, 12, 8, 15)コードの復調方法の一実施例によるフローチャートである。

【図16】 同期パターンを検出する図15に示されたS302を説明するための同期検出器の回路図である。

【図1】

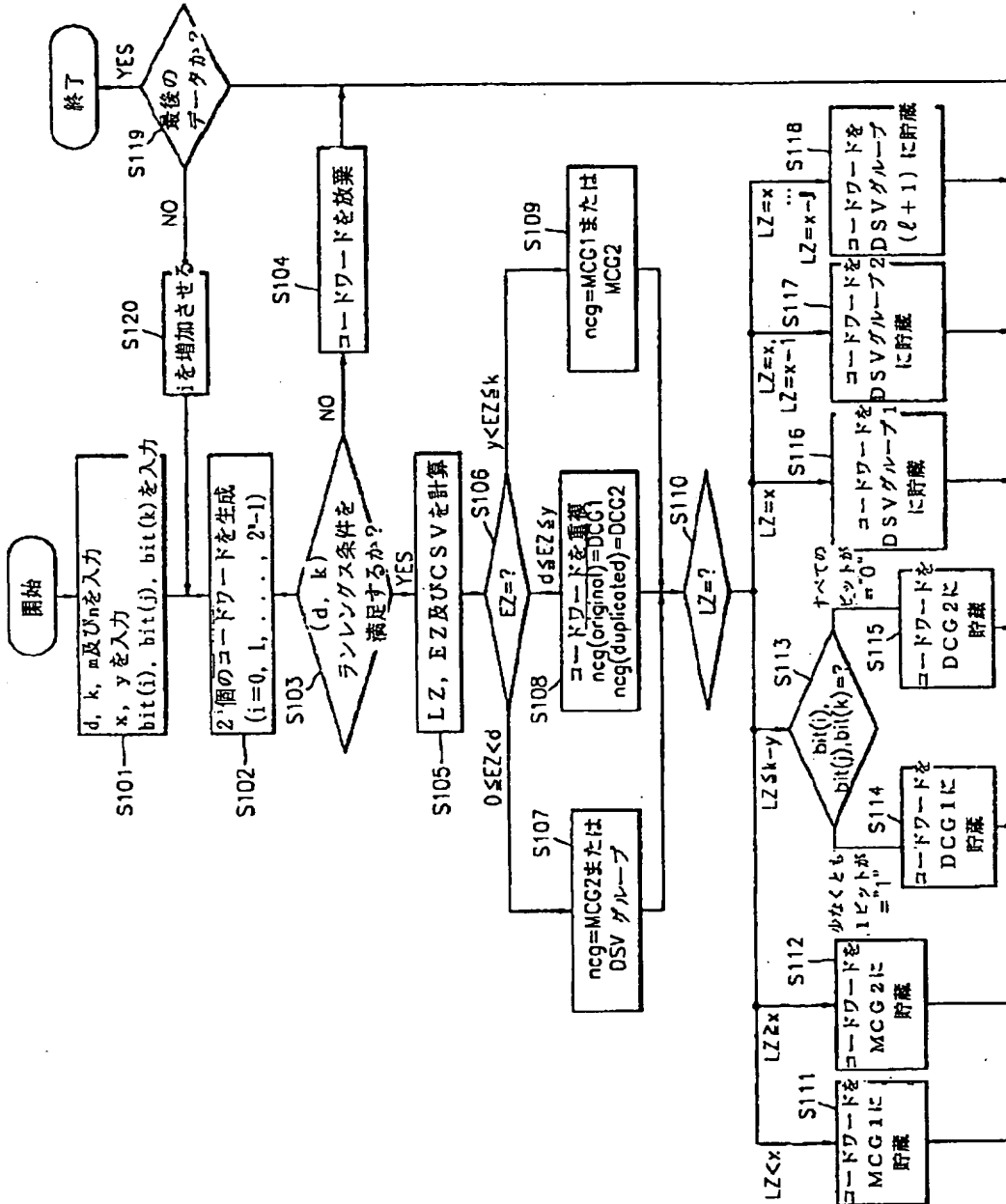
(a)

主変換表				
	第1コードグループ	第2コードグループ	第3コードグループ	第4コードグループ
0	0010000000001001	0100000100100000	0010010010001001	0100000100100000
~	~	~	~	~
255	0000001000001000	0100001000010010	1000100100010000	0100001000010010

(b)

副変換表 (FOR DC CONTROL)				
	第1コードグループ	第2コードグループ	第3コードグループ	第4コードグループ
0	0000010010000000	0000010010000000	0100100001001000	0100100001001000
~	~	~	~	~
87	0000000100100100	0100010001000100	1000100010001000	0100010001000100

【図2】



【図8】

MCG1(Code Group 1)				MCG2(Code Group 2)				DCG1(Code Group 3)				DCG2(Code Group 4)				DSV Group(Code Group 5)			
data	code	ncg	csv	inv	data	code	ncg	csv	inv	data	code	ncg	csv	inv	data	code	ncg	csv	inv
250	4911 2	1	1	1	250	1111 2	1	0	250	1111 2	1	0	250	2488 4	-1	0	0	0	0
251	4912 5	3	3	0	251	1121 2	3	0	251	1121 2	3	0	251	2490 3	-3	0	0	0	0
252	4920 1	-3	1	0	252	1122 5	1	0	252	4920 4	-3	0	252	1122 5	1	0	0	0	0
253	4921 2	-1	1	0	253	1221 2	1	0	253	1221 2	1	0	253	2490 4	-3	0	0	0	0
254	4922 5	1	1	0	254	1241 2	3	0	254	1241 2	3	0	254	2492 5	1	1	0	0	0
255	4924 1	3	1	0	255	1242 5	1	0	255	4924 4	3	1	255	1242 5	1	1	0	0	0

【図3】

MCG1(CodeGroup 1)				MCG2(CodeGroup 2)				MCG3(CodeGroup 3)				MCG4(CodeGroup 4)				DSV Group(Code Group5)			
data	code	ncg	csv	data	code	ncg	csv	data	code	ncg	csv	data	code	ncg	csv	data	code	ncg	csv
(hex)	(hex)			(hex)	(hex)			(hex)	(hex)			(hex)	(hex)			(hex)	(hex)		
000	2001	2	11	000	0008	1	-7	000	2001	2	11	000	2080	3	-3	000	2001	2	11
001	2002	5	9	001	0010	1	-5	001	2101	2	-3	001	2002	5	9	001	2002	5	9
002	2003	4	7	002	0020	1	-3	002	2201	2	-5	002	2003	4	7	002	2003	4	7
003	2004	4	7	003	0040	1	-1	003	2301	2	-3	003	2004	4	7	003	2004	4	7
004	2008	3	5	004	0049	2	-7	004	2401	2	3	004	2008	3	5	004	2008	3	5
005	2008	4	5	005	0089	2	-5	005	2401	2	-7	005	2008	4	5	005	2008	4	5
006	2009	2	7	006	0099	2	-9	006	2401	2	3	006	2009	2	7	006	2009	2	7
007	2010	3	3	007	0091	2	-7	007	2409	2	-3	007	2010	3	3	007	2010	3	3
008	2010	4	3	008	0092	5	-5	008	2411	2	-1	008	2010	4	3	008	2010	4	3
009	2011	2	5	009	0011	2	-7	009	2411	2	5	009	2011	2	5	009	2011	2	5
010	2012	5	7	010	0012	5	-9	010	2421	2	-1	010	2012	5	7	010	2012	5	7
011	2020	3	1	011	0019	2	-3	011	2441	2	3	011	2020	3	1	011	2020	3	1
012	2020	4	1	012	0111	2	-5	012	2449	2	-1	012	2020	4	1	012	2020	4	1
013	2021	2	3	013	0021	2	-5	013	2459	2	-1	013	2021	2	3	013	2021	2	3
014	2022	5	5	014	0022	5	-7	014	2459	2	3	014	2022	5	5	014	2022	5	5
015	2024	3	7	015	0024	1	-9	015	2481	2	-1	015	2024	3	7	015	2024	3	7
016	2024	4	7	016	0041	2	-3	016	2491	2	-1	016	2024	4	7	016	2024	4	7
017	2040	3	-1	017	0080	1	1	017	4010	3	5	017	2040	3	-1	017	2040	3	-1
018	2040	4	-1	018	0100	1	3	018	4011	2	3	018	2040	4	-1	018	2040	4	-1
019	2041	2	5	019	0042	5	-5	019	4011	2	3	019	2041	2	5	019	2041	2	5
020	2042	5	5	020	0044	3	-7	020	4020	3	3	020	2042	5	5	020	2042	5	5
021	2044	3	5	021	0044	4	-7	021	4020	4	3	021	2044	3	5	021	2044	3	5
022	2044	4	7	022	0048	3	-9	022	4022	5	3	022	2044	4	7	022	2044	4	7
023	2048	3	7	023	0048	4	-9	023	4024	3	3	023	2048	3	7	023	2048	3	7
024	2048	4	7	024	0081	2	-1	024	4040	3	9	024	2048	4	7	024	2048	4	7
025	2049	2	5	025	0112	5	-3	025	4040	4	-5	025	2049	2	5	025	2049	2	5
026	2080	3	5	026	0200	1	5	026	4040	4	-1	026	2080	3	5	026	2080	3	5
027	2080	4	-3	027	0400	1	7	027	4080	3	-1	027	2080	4	-3	027	2080	4	-3
028	2081	2	-1	028	0101	2	1	028	4081	2	-1	028	2081	2	-1	028	2081	2	-1
029	2082	5	-1	029	0082	5	-3	029	4084	3	-5	029	2082	5	-1	029	2082	5	-1
030	2084	3	3	030	0084	3	-5	030	4084	4	-5	030	2084	3	3	030	2084	3	3
031	2084	4	3	031	0084	4	-5	031	4088	3	-5	031	2084	4	3	031	2084	4	3
032	2088	3	5	032	0088	3	-7	032	4088	2	-5	032	2088	3	5	032	2088	3	5
033	2088	4	5	033	0088	4	-7	033	4090	3	-5	033	2088	4	5	033	2088	4	5
034	2089	2	3	034	0121	2	-9	034	4090	2	-1	034	2089	2	3	034	2089	2	3
035	2090	3	7	035	0090	3	-9	035	4101	2	-1	035	2090	3	7	035	2090	3	7
036	2090	4	7	036	0090	4	-5	036	4102	2	-5	036	2090	4	7	036	2090	4	7
037	2091	2	5	037	0122	5	-5	037	4091	2	-1	037	2091	2	5	037	2091	2	5
038	2092	5	5	038	0124	3	-3	038	4104	3	-5	038	2092	5	5	038	2092	5	5
039	2100	1	-5	039	0409	2	1	039	4104	4	-5	039	2100	1	-5	039	2100	1	-5
040	2101	2	-3	040	0201	2	3	040	4201	2	-3	040	2101	2	-3	040	2101	2	-3
041	2102	5	-1	041	0202	5	1	041	4104	4	-1	041	2102	5	-1	041	2102	5	-1
042	2104	3	1	042	0102	5	-1	042	4106	3	-1	042	2104	3	1	042	2104	3	1
043	2104	4	1	043	0104	3	-3	043	4110	3	-5	043	2104	4	1	043	2104	4	1
044	2108	3	3	044	0104	4	-3	044	4110	4	-5	044	2108	3	3	044	2108	3	3
045	2108	4	3	045	0108	3	-5	045	4120	3	-5	045	2108	4	3	045	2108	4	3
046	2109	2	7	046	0124	4	-5	046	4120	4	-5	046	2109	2	7	046	2109	2	7
047	2110	3	5	047	0108	4	-5	047	4124	3	-5	047	2110	3	5	047	2110	3	5
048	2110	4	5	048	0110	3	-7	048	4201	2	-1	048	2110	4	5	048	2110	4	5
049	2111	2	3	049	0209	2	-1	049	0209	2	-1	049	2111	2	3	049	2111	2	3



【図4】

MG51(CodeGroup 1)				MG52(CodeGroup 2)				MG53(CodeGroup 3)				DCC2(CodeGroup 4)				DSV Group(Code Group 5)			
data	code	ncv	inv	data	code	ncv	inv	data	code	ncv	inv	data	code	ncv	inv	data	code	ncv	inv
050	2112 5	1	0	050	0211 2	-3	1	050	0211 2	-3	1	050	2112 5	1	0	050	2112 5	1	0
051	2120 3	7	1	051	0110 4	-7	0	051	4204 3	-3	1	051	2120 3	7	1	051	2120 3	7	1
052	2120 4	7	1	052	0120 3	-9	0	052	4208 3	-3	1	052	2120 4	7	1	052	2120 4	7	1
053	2121 2	5	0	053	0212 5	-5	0	053	2121 2	5	0	053	2121 2	5	0	053	2121 2	5	0
054	2122 5	3	0	054	0221 5	-5	0	054	4210 3	-5	0	054	2122 5	3	0	054	2122 5	3	0
055	2124 3	1	0	055	0222 5	-5	0	055	4211 2	5	0	055	2124 3	1	0	055	2124 3	1	0
056	2124 4	1	0	056	0224 3	-1	0	056	4212 5	5	0	056	2124 4	1	0	056	2124 4	1	0
057	2200 1	1	0	057	0324 3	-1	0	057	4213 5	5	0	057	2200 1	1	0	057	2200 1	1	0
058	2201 2	1	0	058	0401 2	5	0	058	4214 3	5	0	058	2201 2	1	0	058	2201 2	1	0
059	2202 5	-3	1	059	0402 3	3	0	059	4215 5	5	0	059	2202 5	-3	1	059	2202 5	-3	1
060	2204 3	-1	1	060	0404 3	1	0	060	4220 3	7	1	060	2204 3	-1	1	060	2204 3	-1	1
061	2204 4	-1	1	061	0404 4	-9	0	061	4222 5	3	0	061	2204 4	-1	1	061	2204 4	-1	1
062	2208 3	1	1	062	0420 4	-1	0	062	4224 3	9	0	062	2208 3	1	1	062	2208 3	1	1
063	2208 4	1	1	063	0424 3	1	0	063	4225 5	3	0	063	2208 4	1	1	063	2208 4	1	1
064	2209 2	-1	1	064	0424 3	1	0	064	4226 5	3	0	064	2209 2	-1	1	064	2209 2	-1	1
065	2210 3	3	1	065	0424 3	-1	0	065	4227 5	3	0	065	2210 3	3	1	065	2210 3	3	1
066	2210 4	3	1	066	0424 3	-1	0	066	4228 3	3	0	066	2210 4	3	1	066	2210 4	3	1
067	2211 2	1	1	067	0424 4	-3	0	067	4229 5	3	0	067	2211 2	1	1	067	2211 2	1	1
068	2212 5	-1	1	068	0424 4	-3	0	068	4230 3	1	1	068	2212 5	-1	1	068	2212 5	-1	1
069	2220 3	5	1	069	0424 4	-3	0	069	4231 5	3	0	069	2220 3	5	1	069	2220 3	5	1
070	2220 4	5	1	070	0424 4	-3	0	070	4232 5	3	0	070	2220 4	5	1	070	2220 4	5	1
071	2221 2	2	1	071	0424 5	-5	0	071	4233 5	3	0	071	2221 2	2	1	071	2221 2	2	1
072	2222 5	1	1	072	0424 5	-5	0	072	4234 3	3	0	072	2222 5	1	1	072	2222 5	1	1
073	2224 3	-1	1	073	0424 5	-5	0	073	4235 5	3	0	073	2224 3	-1	1	073	2224 3	-1	1
074	2224 4	1	1	074	0424 5	-5	0	074	4236 5	3	0	074	2224 4	1	1	074	2224 4	1	1
075	2240 3	7	1	075	0424 5	-5	0	075	4237 5	3	0	075	2240 3	7	1	075	2240 3	7	1
076	2240 4	7	1	076	0424 5	-5	0	076	4238 3	3	0	076	2240 4	7	1	076	2240 4	7	1
077	2241 2	5	0	077	0424 5	-5	0	077	4239 5	3	0	077	2241 2	5	0	077	2241 2	5	0
078	2242 5	3	0	078	0424 5	-5	0	078	4240 3	3	0	078	2242 5	3	0	078	2242 5	3	0
079	2244 3	1	0	079	0424 5	-5	0	079	4241 5	3	0	079	2244 3	1	0	079	2244 3	1	0
080	2244 4	1	0	080	0424 5	-5	0	080	4242 5	3	0	080	2244 4	1	0	080	2244 4	1	0
081	2248 3	1	0	081	0424 5	-5	0	081	4243 5	3	0	081	2248 3	1	0	081	2248 3	1	0
082	2248 4	1	0	082	0424 5	-5	0	082	4244 3	3	0	082	2248 4	1	0	082	2248 4	1	0
083	2249 2	1	0	083	0424 5	-5	0	083	4245 3	3	0	083	2249 2	1	0	083	2249 2	1	0
084	2400 1	-9	1	084	0424 5	-5	0	084	4246 3	3	0	084	2400 1	-9	1	084	2400 1	-9	1
085	2401 2	-7	1	085	0424 5	-5	0	085	4247 3	3	0	085	2401 2	-7	1	085	2401 2	-7	1
086	2402 5	-5	1	086	0424 5	-5	0	086	4248 3	3	0	086	2402 5	-5	1	086	2402 5	-5	1
087	2404 3	-3	1	087	0424 5	-5	0	087	4249 3	3	0	087	2404 3	-3	1	087	2404 3	-3	1
088	2404 4	-3	1	088	0424 5	-5	0	088	4250 3	3	0	088	2404 4	-3	1	088	2404 4	-3	1
089	2408 3	-3	1	089	0424 5	-5	0	089	4251 3	3	0	089	2408 3	-3	1	089	2408 3	-3	1
090	2408 4	-3	1	090	0424 5	-5	0	090	4252 3	3	0	090	2408 4	-3	1	090	2408 4	-3	1
091	2409 2	-3	1	091	0424 5	-5	0	091	4253 3	3	0	091	2409 2	-3	1	091	2409 2	-3	1
092	2410 3	1	1	092	0424 5	-5	0	092	4254 3	3	0	092	2410 3	1	1	092	2410 3	1	1
093	2410 4	1	1	093	0424 5	-5	0	093	4255 3	3	0	093	2410 4	1	1	093	2410 4	1	1
094	2411 2	-1	1	094	0424 5	-5	0	094	4256 3	3	0	094	2411 2	-1	1	094	2411 2	-1	1
095	2412 5	-3	1	095	0424 5	-5	0	095	4257 3	3	0	095	2412 5	-3	1	095	2412 5	-3	1
096	2420 3	3	1	096	0424 5	-5	0	096	4258 3	3	0	096	2420 3	3	1	096	2420 3	3	1
097	2420 4	3	1	097	0424 5	-5	0	097	4259 3	3	0	097	2420 4	3	1	097	2420 4	3	1
098	2421 2	-1	1	098	0424 5	-5	0	098	4260 3	3	0	098	2421 2	-1	1	098	2421 2	-1	1
099	2422 5	-1	1	099	0424 5	-5	0	099	4261 3	3	0	099	2422 5	-1	1	099	2422 5	-1	1

【図5】

MCS1(CodeGroup 1)				MCS2(CodeGroup 2)				DCS1(CodeGroup 3)				DCS2(CodeGroup 4)				DSV Group(Code Groups)			
data	code	neg	csv	inv	data	code	neg	csv	inv	data	code	neg	csv	inv	data	code	neg	csv	inv
100	2424	3	-3	0	100	0824	3	3	0	100	0824	3	3	1	100	2424	3	-3	0
101	2424	4	-3	1	101	0824	4	3	0	101	0824	4	3	1	101	2424	4	-3	1
102	2440	3	5	1	102	0408	3	-3	1	102	0408	3	-3	0	102	2440	3	5	1
103	2440	4	5	0	103	0410	3	-3	0	103	0410	3	-3	0	103	2440	4	5	0
104	2441	2	5	1	104	0421	2	-3	1	104	2244	3	1	0	104	2441	2	5	1
105	2442	3	1	0	105	0422	5	-3	0	105	0422	5	-3	0	105	2442	3	1	0
106	2444	3	-1	0	106	0844	3	7	1	106	0844	3	7	1	106	2444	3	-1	0
107	2444	4	-1	1	107	0844	4	7	0	107	0844	4	7	0	107	2444	4	-1	1
108	2448	3	-3	0	108	0848	3	-3	0	108	0848	3	-3	0	108	2448	3	-3	0
109	2448	4	-3	1	109	0848	4	-3	1	109	0848	4	-3	1	109	2448	4	-3	1
110	2449	2	1	0	110	0849	2	1	0	110	0849	2	1	0	110	2449	2	1	0
111	2480	3	7	1	111	0410	4	-3	0	111	0410	4	-3	0	111	2480	3	7	1
112	2480	4	7	0	112	0410	4	-3	0	112	0410	4	-3	0	112	2480	4	7	0
113	2481	2	5	1	113	0441	2	5	1	113	0441	2	5	1	113	2481	2	5	1
114	2482	3	1	0	114	0442	5	-3	0	114	0442	5	-3	0	114	2482	3	1	0
115	2484	3	-1	0	115	0444	3	-1	0	115	0444	3	-1	0	115	2484	3	-1	0
116	2484	4	-1	1	116	0444	4	-1	1	116	0444	4	-1	1	116	2484	4	-1	1
117	2488	3	1	0	117	0888	3	1	0	117	0888	3	1	0	117	2488	3	1	0
118	2488	4	1	1	118	0888	4	1	1	118	0888	4	1	1	118	2488	4	1	1
119	2488	2	1	0	119	0888	2	1	0	119	0888	2	1	0	119	2488	2	1	0
120	2490	3	-3	0	120	0890	3	3	0	120	0890	3	3	0	120	2490	3	-3	0
121	2490	4	-3	1	121	0890	4	3	1	121	0890	4	3	1	121	2490	4	-3	1
122	2491	2	5	1	122	0891	2	5	1	122	0891	2	5	1	122	2491	2	5	1
123	2492	3	1	0	123	0891	3	1	0	123	0891	3	1	0	123	2492	3	1	0
124	4002	5	1	1	124	0440	3	7	0	124	0440	3	7	0	124	4002	5	1	1
125	4004	3	9	0	125	0481	2	5	1	125	0481	2	5	1	125	4004	3	9	0
126	4004	4	9	1	126	0482	3	-3	0	126	0482	3	-3	0	126	4004	4	9	1
127	4008	3	7	0	127	0484	3	-3	0	127	0484	3	-3	0	127	4008	3	7	0
128	4008	4	7	1	128	0484	4	-3	1	128	0484	4	-3	1	128	4008	4	7	1
129	4009	2	1	0	129	0488	3	-3	0	129	0488	3	-3	0	129	4009	2	1	0
130	4010	1	9	0	130	0488	4	-3	1	130	0488	4	-3	1	130	4010	1	9	0
131	4011	2	5	1	131	0489	2	5	1	131	0489	2	5	1	131	4011	2	5	1
132	4012	3	1	0	132	0489	3	1	0	132	0489	3	1	0	132	4012	3	1	0
133	4020	1	9	0	133	0821	2	-3	0	133	0821	2	-3	0	133	4020	1	9	0
134	4021	2	5	1	134	0821	3	1	0	134	0821	3	1	0	134	4021	2	5	1
135	4022	3	1	0	135	0821	4	1	1	135	0821	4	1	1	135	4022	3	1	0
136	4024	3	9	0	136	0822	5	-3	0	136	0822	5	-3	0	136	4024	3	9	0
137	4024	4	9	1	137	0822	5	-3	0	137	0822	5	-3	0	137	4024	4	9	1
138	4040	1	9	0	138	0825	3	1	0	138	0825	3	1	0	138	4040	1	9	0
139	4041	2	5	1	139	0825	4	1	1	139	0825	4	1	1	139	4041	2	5	1
140	4042	3	1	0	140	0810	3	-3	0	140	0810	3	-3	0	140	4042	3	1	0
141	4044	3	7	0	141	0810	4	-3	1	141	0810	4	-3	1	141	4044	3	7	0
142	4044	4	7	1	142	0820	3	-3	0	142	0820	3	-3	0	142	4044	4	7	1
143	4048	3	9	0	143	0820	4	-3	1	143	0820	4	-3	1	143	4048	3	9	0
144	4048	4	9	1	144	0840	3	-3	0	144	0840	3	-3	0	144	4048	4	9	1
145	4049	2	1	0	145	0840	4	-3	1	145	0840	4	-3	1	145	4049	2	1	0
146	4080	1	9	0	146	0842	5	-3	0	146	0842	5	-3	0	146	4080	1	9	0
147	4081	2	5	1	147	0842	5	-3	0	147	0842	5	-3	0	147	4081	2	5	1
148	4082	3	1	0	148	0810	3	-3	0	148	0810	3	-3	0	148	4082	3	1	0
149	4084	1	9	0	149	0859	2	5	1	149	0859	2	5	1	149	4084	1	9	0

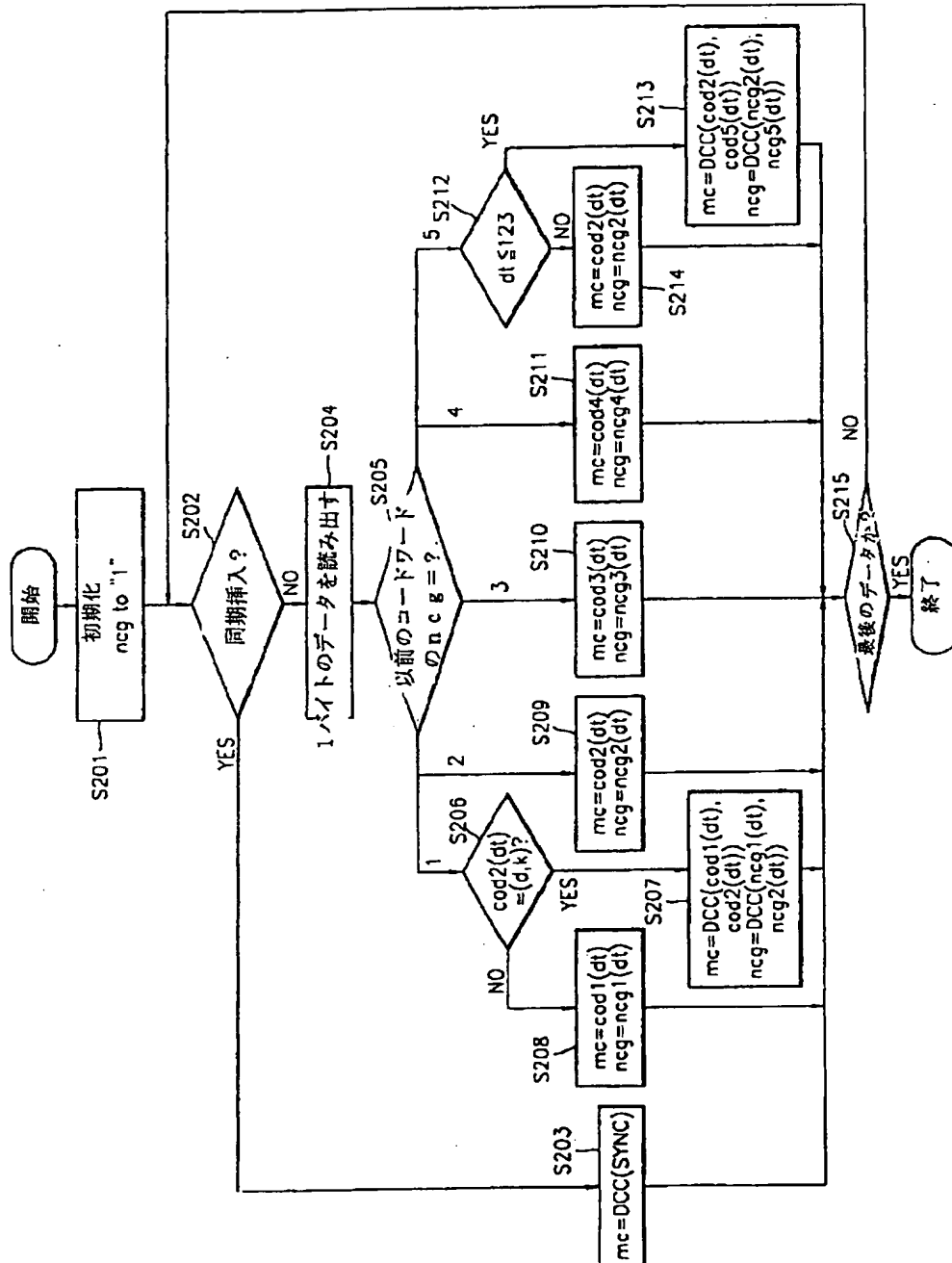
【図6】

MCC1(CodeGroup 1)				MCC2(CodeGroup 2)				DC01(CodeGroup 3)				DC02(CodeGroup 4)				DSV Group(Code Group5)			
data	code	ncq	inv	data	code	ncq	inv	data	code	ncq	inv	data	code	ncq	inv	data	code	ncq	inv
150	4088	1	7	150	0892	5	1	150	4088	4	7	150	0892	5	0	150			
151	4089	2	5	151	0881	2	1	151	0881	2	7	151	2410	4	1	151			
152	4090	1	9	152	0500	1	1	152	0881	2	9	152	0900	1	1	152			
153	4091	2	7	153	0882	5	1	153	4090	4	9	153	0882	5	1	153			
154	4092	5	5	154	0884	3	1	154	0882	5	5	154	0884	3	1	154			
155	4100	1	3	155	0910	4	1	155	4092	5	3	155	0884	3	1	155			
156	4101	2	1	156	0921	2	1	156	4100	1	1	156	0910	4	1	156			
157	4102	5	1	157	0909	2	1	157	0921	2	1	157	2412	5	1	157			
158	4104	1	3	158	0911	2	1	158	0909	2	1	158	2420	3	3	158			
159	4108	1	5	159	0912	5	1	159	0911	2	1	159	2420	3	3	159			
160	4109	2	3	160	0884	4	1	160	4108	4	5	160	0912	5	1	160			
161	4110	1	7	161	0922	5	1	161	4109	2	3	161	0884	4	1	161			
162	4111	2	5	162	0901	2	1	162	4110	4	7	162	0922	5	1	162			
163	4112	5	3	163	0902	5	1	163	0901	2	7	163	2422	5	1	163			
164	4120	1	9	164	0924	3	1	164	4112	5	3	164	0902	5	1	164			
165	4121	2	5	165	0904	3	1	165	4120	4	9	165	0924	3	1	165			
166	4122	5	3	166	0904	4	1	166	4121	2	5	166	0904	3	1	166			
167	4124	1	3	167	0908	3	1	167	4122	5	3	167	0904	3	1	167			
168	4200	1	5	168	0920	3	1	168	4124	4	3	168	0908	3	1	168			
169	4201	2	3	169	1001	2	1	169	0920	3	5	169	0920	3	3	169			
170	4202	5	1	170	1002	5	1	170	1001	2	3	170	2424	3	3	170			
171	4204	1	3	171	0924	3	1	171	4202	5	1	171	0924	3	1	171			
172	4208	1	9	172	1020	3	1	172	1002	5	3	172	0924	3	1	172			
173	4209	2	5	173	0908	4	1	173	4208	4	3	173	1020	3	1	173			
174	4210	1	3	174	1020	4	1	174	4209	2	1	174	0908	4	1	174			
175	4211	2	9	175	1041	2	1	175	4210	4	5	175	1020	4	1	175			
176	4212	5	3	176	1081	2	1	176	1041	2	3	176	2424	4	1	176			
177	4220	1	7	177	1040	3	1	177	1081	2	3	177	2440	3	5	177			
178	4221	2	5	178	1082	5	1	178	1040	3	7	178	1040	3	3	178			
179	4222	5	3	179	1101	2	1	179	1082	5	5	179	1082	5	1	179			
180	4224	1	9	180	1102	5	1	180	1101	2	3	180	2440	4	1	180			
181	4240	1	3	181	1040	4	1	181	4224	1	5	181	1102	5	1	181			
182	4241	2	5	182	1104	3	1	182	1040	4	9	182	1102	5	1	182			
183	4242	5	3	183	1104	4	1	183	4241	2	3	183	1104	3	1	183			
184	4244	1	7	184	1201	2	1	184	1104	3	5	184	1104	3	1	184			
185	4248	1	3	185	1202	5	1	185	1201	2	7	185	2442	5	1	185			
186	4249	2	9	186	1080	3	1	186	1202	5	5	186	1202	5	1	186			
187	4300	1	7	187	0920	4	1	187	1080	3	3	187	1080	3	1	187			
188	4301	2	5	188	1004	3	1	188	0920	4	7	188	0920	4	1	188			
189	4302	5	3	189	1004	4	1	189	1004	3	5	189	1004	3	1	189			
190	4304	1	9	190	1008	3	1	190	4402	5	3	190	1008	3	1	190			
191	4408	1	3	191	1080	4	1	191	4404	4	5	191	1008	3	1	191			
192	4409	2	5	192	1009	2	1	192	4408	4	3	192	1080	4	1	192			
193	4410	1	7	193	1100	1	1	193	1009	2	5	193	2444	3	1	193			
194	4411	2	3	194	1204	3	1	194	1100	1	3	194	1100	1	1	194			
195	4412	5	9	195	1011	2	1	195	1204	3	7	195	1204	3	1	195			
196	4420	1	5	196	1109	2	1	196	1011	2	5	196	2444	4	1	196			
197	4421	2	3	197	1204	4	1	197	1109	2	3	197	2448	3	1	197			
198	4422	5	1	198	1208	3	1	198	4421	2	5	198	1204	4	1	198			
199	4424	1	7	199	1012	5	1	199	4422	5	3	199	1208	3	1	199			

【図7】

MCS1(CodeGroup 1)				MCS2(CodeGroup 2)				DCS1(CodeGroup 3)				DCS2(CodeGroup 4)				DSV Group(Code Groups)			
data	code	ncq	csv	inv	data	code	ncq	csv	inv	data	code	ncq	csv	inv	data	code	ncq	csv	inv
200	4440	1	7	1	200	4440	4	7	0	200	1112	5	1	0	200	1112	5	1	0
201	4441	2	5	0	201	4441	2	5	1	201	1208	4	3	0	201	1208	4	3	0
202	4442	5	3	0	202	1249	2	1	1	202	2448	4	3	1	202	2448	4	3	1
203	4443	1	1	0	203	1021	2	1	1	203	1021	2	3	0	203	1021	2	3	0
204	4444	1	1	0	204	1022	5	1	1	204	1022	5	7	0	204	1022	5	7	0
205	4445	2	1	1	205	1124	3	1	0	205	1124	3	1	1	205	1124	3	1	1
206	4446	1	9	1	206	1124	3	1	0	206	1124	3	1	0	206	1124	3	1	0
207	4447	2	7	0	207	1024	4	9	1	207	1024	4	1	0	207	1024	4	1	0
208	4448	5	5	0	208	1024	4	5	1	208	1024	4	5	1	208	1024	4	5	1
209	4449	1	3	0	209	1024	4	5	1	209	1024	4	5	1	209	1024	4	5	1
210	4450	1	3	0	210	1044	3	3	1	210	1044	3	3	1	210	1044	3	3	1
211	4451	2	1	1	211	1044	3	3	0	211	1044	3	3	0	211	1044	3	3	0
212	4452	5	1	0	212	1044	3	3	0	212	1044	3	3	0	212	1044	3	3	0
213	4453	1	3	1	213	1209	2	1	1	213	1209	2	1	1	213	1209	2	1	1
214	4454	2	3	0	214	1211	2	3	0	214	1211	2	3	0	214	1211	2	3	0
215	4455	1	3	0	215	1048	3	3	0	215	1048	3	3	0	215	1048	3	3	0
216	4456	2	9	1	216	1008	4	5	1	216	1008	4	5	1	216	1008	4	5	1
217	4457	1	7	1	217	1010	3	1	0	217	1010	3	1	0	217	1010	3	1	0
218	4458	1	7	1	218	1010	3	1	0	218	1010	3	1	0	218	1010	3	1	0
219	4459	1	7	1	219	1010	3	1	0	219	1010	3	1	0	219	1010	3	1	0
220	4460	2	1	0	220	1048	3	3	0	220	1048	3	3	0	220	1048	3	3	0
221	4461	2	1	0	221	1212	5	1	1	221	1212	5	1	1	221	1212	5	1	1
222	4462	5	1	0	222	1084	4	1	1	222	1084	4	1	1	222	1084	4	1	1
223	4463	1	3	1	223	1084	4	1	1	223	1084	4	1	1	223	1084	4	1	1
224	4464	2	3	0	224	1222	5	1	0	224	1222	5	1	0	224	1222	5	1	0
225	4465	1	3	0	225	1088	3	3	1	225	1088	3	3	1	225	1088	3	3	1
226	4466	2	1	0	226	1088	3	3	0	226	1088	3	3	0	226	1088	3	3	0
227	4467	1	3	0	227	1088	3	3	0	227	1088	3	3	0	227	1088	3	3	0
228	4468	1	3	0	228	1088	3	3	0	228	1088	3	3	0	228	1088	3	3	0
229	4469	2	1	0	229	1088	3	3	0	229	1088	3	3	0	229	1088	3	3	0
230	4470	2	1	0	230	1088	3	3	0	230	1088	3	3	0	230	1088	3	3	0
231	4471	1	3	0	231	1088	3	3	0	231	1088	3	3	0	231	1088	3	3	0
232	4472	5	1	0	232	1110	3	1	1	232	1110	3	1	1	232	1110	3	1	1
233	4473	1	3	0	233	1089	2	1	0	233	1089	2	1	0	233	1089	2	1	0
234	4474	2	1	0	234	1224	4	1	0	234	1224	4	1	0	234	1224	4	1	0
235	4475	1	7	1	235	1110	3	1	0	235	1110	3	1	0	235	1110	3	1	0
236	4476	2	5	0	236	1110	3	1	0	236	1110	3	1	0	236	1110	3	1	0
237	4477	1	3	0	237	1110	3	1	0	237	1110	3	1	0	237	1110	3	1	0
238	4478	1	3	0	238	1110	3	1	0	238	1110	3	1	0	238	1110	3	1	0
239	4479	2	1	0	239	1210	3	1	1	239	1210	3	1	1	239	1210	3	1	1
240	4480	1	3	0	240	1210	3	1	0	240	1210	3	1	0	240	1210	3	1	0
241	4481	2	1	0	241	1091	2	1	1	241	1091	2	1	1	241	1091	2	1	1
242	4482	5	1	1	242	1244	4	1	0	242	1244	4	1	0	242	1244	4	1	0
243	4483	1	9	1	243	1244	4	1	0	243	1244	4	1	0	243	1244	4	1	0
244	4484	2	7	0	244	1244	4	1	0	244	1244	4	1	0	244	1244	4	1	0
245	4485	1	3	0	245	1244	4	1	0	245	1244	4	1	0	245	1244	4	1	0
246	4486	2	5	0	246	1244	4	1	0	246	1244	4	1	0	246	1244	4	1	0
247	4487	1	3	0	247	1244	4	1	0	247	1244	4	1	0	247	1244	4	1	0
248	4488	1	3	0	248	1244	4	1	0	248	1244	4	1	0	248	1244	4	1	0
249	4489	1	3	0	249	1244	4	1	0	249	1244	4	1	0	249	1244	4	1	0

【図9】



【図 10】

同期コードの種類	SYNCHRONIZATION CODEWORD
SYNC1	x000x001000100000000000001000100
SYNC2	x00x00100001000000000000001000100
SYNC3	x000010000010000000000000001000100
SYNC4	x000100000010000000000000001000100

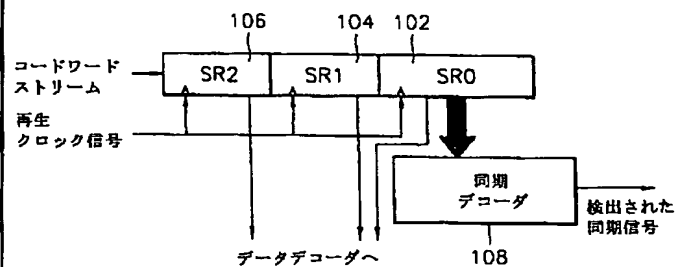
【図 12】

ncg	コードグループ
1	MCG1 OR MCG2
2	MCG2
3	DCG1
4	DCG2
5	MCG2 OR DSV GROUP

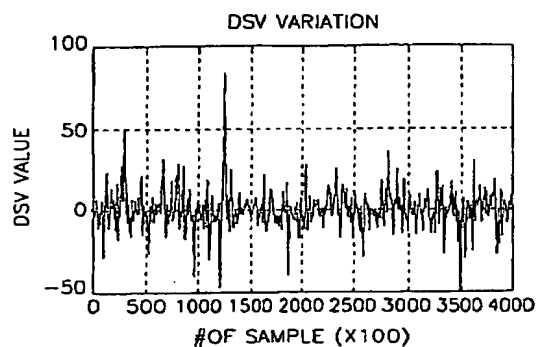
【図 11】

dt(i)	ncg(i-1)	code(i) (hex)	ncg(i)	INV(i)	累積された INV(i)	CSV(i)	DSV(i)
000	1	2001	2	0	0	11	011
132	2	0480	3	0	0	9	002
019	3	2041	2	1	1	1	003
007	2	0091	2	1	0	-7	010
200	2	1112	5	0	0	-1	009
017	5	2040	3	0	0	-1	008
187	3	4400	1	0	0	-7	001
015	1	2024	3	1	1	7	008
164	3	4120	4	1	0	9	-01
150	4	0892	5	0	0	-1	-02
044	5	2108	3	1	1	3	001
222	3	4811	2	0	1	-1	002
243	2	1248	3	0	1	-3	005
095	3	4808	4	1	0	-1	006
060	4	0404	3	0	0	1	007
080	3	4444	3	0	0	1	008
036	3	4102	5	1	1	1	009
097	5	2420	4	1	0	3	006
191	4	1080	4	0	0	-5	001
215	4	1048	3	1	1	5	006
239	3	4889	2	1	0	1	005
209	2	1042	5	1	1	1	006
022	5	2044	4	1	0	5	001
161	4	0922	5	0	0	-1	000
238	5	1210	3	1	1	1	001
117	3	4912	5	1	0	3	-02
044	5	2108	3	1	1	3	001
203	3	1021	2	1	0	1	000
187	2	0920	4	1	1	3	003
104	4	2244	3	0	1	1	002
177	3	4220	4	1	0	7	-05
195	4	2444	4	0	0	-1	-06
075	4	0210	4	0	0	-5	-11
041	4	0202	5	0	0	1	-10

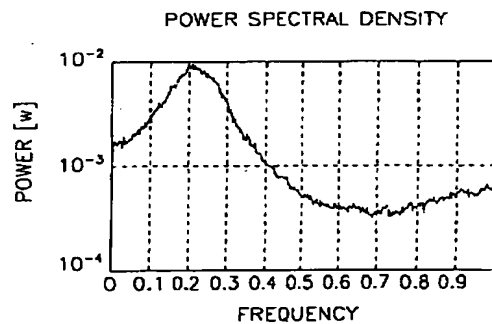
【図 16】



【図 13】



【図 14】



【図15】

